



آزمون نهایی فیزیولوژی جانوری دوره طلا 1400

18 اسفند 1400

نام و نام خانوادگی:

مدت آزمون: 210 دقیقه

توضیحات:

- آزمون در دو بخش برگزار می شود، بخش اول که مربوط به آقای قاسمی است و بخش دوم که مربوط به آقای جلیل فر است. نسبت نمره های این دو بخش به این صورت است که بخش اول شامل 40 نمره و بخش دوم شامل 60 نمره می شود.

در بخش اول:

- این بخش آزمون از 15 سوال تشکیل شده است که مجموعاً 40 نمره دارد.
- محدوده پاسخ هر سوال مشخص شده است، فقط جواب آخر و موارد خواسته شده را وارد کنید و از ذکر توضیحات خودداری کنید.
- میزان نمره و نحوه نمره دهی به هر سوال در صورت سوال مشخص شده است و در مواردی که نمره منفی نوشته نشده سوال فاقد نمره منفی می باشد.
- حتماً به شماره سوالات و بخش آن ها دقت داشته باشید. به پاسخ های جابه جا نمره ای تعلق نمیگیرد.

در بخش دوم:

- این بخش آزمون از 11 سوال تشکیل شده سات و سوالات 5، 6 و 7 گزاره ای می باشند. سوالات 5 گزاره ای نمره دهی ای مشابه مرحله دو دارند و نمره سوالات 6 و 7 گزاره ای به صورت خطی محاسبه می شود و نمره منفی هر گزاره برابر با اندازه ی نمره مثبت آن است.
- در پرسش 3 از شما خواسته شده است که متغیری را به صورت پارامتری به دست آورید. در این سوال بایستی از پارامتر های داده شده استفاده کنید. در نظر داشته باشید که با توجه به مجموعه ای از پارامتر ها که انتخاب می کنید، صورت جواب شما متفاوت خواهد بود. این صورت های مختلف قابلیت تبدیل به یکدیگر را دارند و به همه ی صورت های درست نمره کامل تعلق می گیرد.
- مقادیر به دست آمده به عنوان پاسخ مسائل را تا دو رقم اعشار گرد کنید. در صورتی که پاسخ یک مسئله در مسائل بعدی مورد نیاز بود، از مقادیر گرد شده استفاده کنید.

میدانیم حرکت موجوداتی که مشابه خزیدن می باشد بستگی زیادی به اصطکاک قسمت های مختلف بدن آن ها با سطح زیرین دارد و تنها در صورتی موجود می تواند حرکت کند که بسته به زمان اصطکاک نواحی مختلف را تغییر دهد. همچنین می دانیم که سرعت موج در یک موجود از رابطه 1.1 بدست می آید که در آن  $\omega$  فرکانس و  $k$  تعداد امواج در طول بدن موجود می باشد. همچنین می دانیم که سرعت موجود نمیتواند از سرعت موجی که در بدن خود ایجاد می کند فراتر برود. شما همچنین می دانید که بسته به زمان بندی، جهت حرکت موجود می تواند هم جهت یا خلاف جهت حرکت موج باشد. در کنار همه این موارد می دانیم که سرعت حرکت موجود  $V$  (سانتی متر بر ساعت) و میزان مسافتی (سانتی متر) که به ازای هر یک کیلوکالری طی می کند از رابطه 1.2 بدست می آید که  $\epsilon$  و  $\eta_0$  مقادیری ثابت و به ترتیب برابر 14 و 23 می باشد (از واحد های این دو پارامتر صرف نظر کنید).

رابطه 1.1: 
$$v = \omega / k$$

$$V = -\epsilon e_0 v \cos \alpha \sin \beta$$

$$M|V| = \frac{2\epsilon^2}{\eta_0}$$

رابطه 1.2:

- 1- در موجودات زیر حدس میزنید جهت حرکت موج با حرکت موجود هم جهت است یا خلاف جهت؟ (هر مورد 1.8 نمره - پاسخ اشتباه به هر مورد 1.8 نمره منفی)





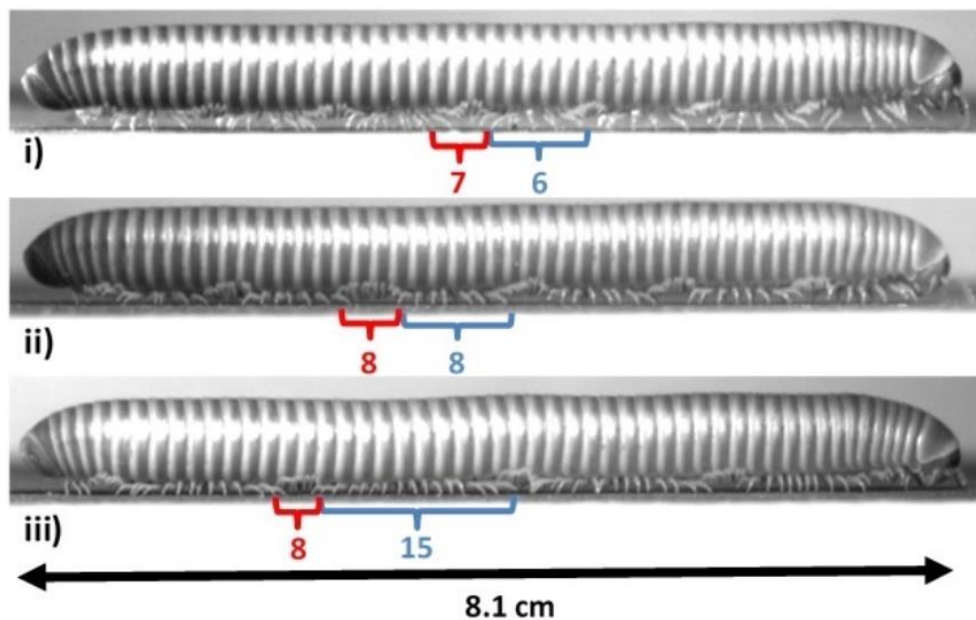
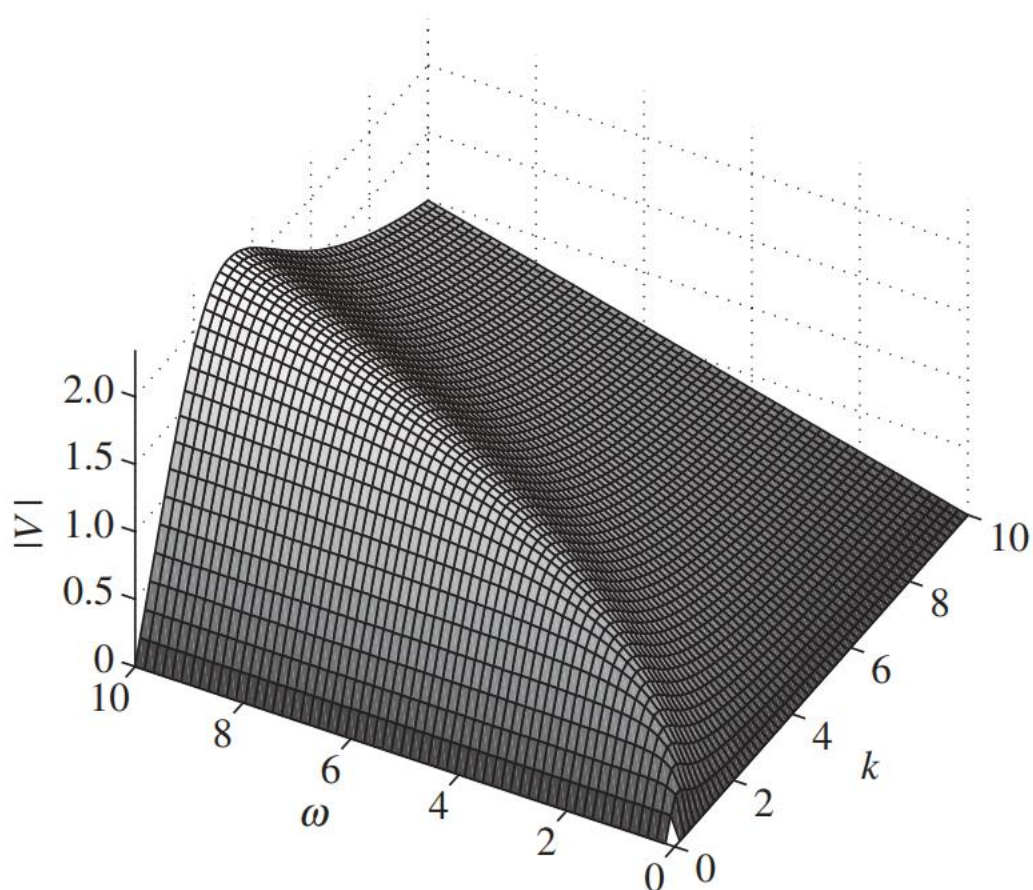
صدپا :

حلزون:

هزارپا:

2- نوعی کرم پلی چت خزنده با احتمال  $\sqrt{V}$  در یک ساعت می تواند شکار خود را که 13 کیلوکالری انرژی دارد را شکار کند که  $V$  سرعت این موجود بر حسب سانتی متر بر دقیقه می باشد. باتوجه به این شرایط بنظر شما سرعت بهینه این کرم برای شکار چقدر است؟ (3 نمره)

3- سه هزارپا نشان داده شده اند که در هر کدام در هر یک میلیمتر از طول بدن یک جفت پا وجود دارد. باتوجه به نمودار نشان داده شده کدام یک از این هزارپاها می تواند بیشترین سرعت حرکت بین بقیه را ایجاد کند؟ (1 نمره - پاسخ اشتباه منفی 1 نمره)



4- می دانیم که در صورت صرف نظر کردن از بقیه موارد رابطه بین غلظت کورتیزول و ACTH از رابطه های زیر بدست می آید که A غلظت ACTH، C غلظت کورتیزول، h ضریب تولید ACTH و  $\alpha$  ضریب تولید کورتیزول می باشد که شما به ترتیب 3.4 و 1.9 در نظر بگیرید. همچنین  $m_1$  و  $m_2$  به ترتیب نشان دهنده تعداد کورتیزول هایی که به گیرنده های سطح هیپوفیز متصل می شوند و تعداد ACTH هایی که به گیرنده های سطح آدرنال متصل می شوند می باشد و به ترتیب برابر 3 و 4 در نظر بگیرید. همانطور که میدانیم تاخیر زمانی بین تنظیم کورتیزول و ACTH وجود دارد که باعث ایجاد حالت چرخه ای در غلظت آن ها می شود اما شما از این تاخیر زمانی صرف نظر کنید و آن را برابر 0 در نظر بگیرید. باتوجه به موارد فوق مشخص کنید در یک فرد طبیعی غلظت ACTH و کورتیزول چقدر می باشد؟ (5.5 نمره - شش جوابی که به پاسخ سوال نزدیک تر باشند به ترتیب 40 - 50 - 60 - 80 - 100 - 20 درصد نمره سوال را دریافت خواهند کرد)

$$e_A = 0.07 \quad e_C = 0.04 \quad c = 3 \quad a = 4$$

$$\frac{dA(t)}{dt} = -e_A A(t) + h \frac{C^{m_1}}{C^{m_1} + C^{m_1}(t - \tau_1)}$$

$$\frac{dC(t)}{dt} = -e_C C(t) + \alpha \left( \frac{A(t - \tau_2)^{m_2}}{a^{m_2} + A(t - \tau_2)^{m_2}} \right)$$

غلظت ACTH:

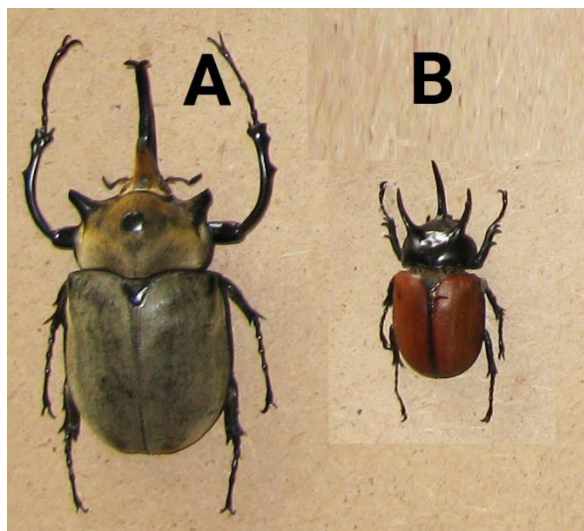
غلظت کورتیزول:

می دانیم در حشرات سیستم تراکته ای فازی دارد که به صورت فلاتر اسپیراکل ها باز و بسته می شوند و باهم مشاهده کردیم که در مدل سازی مکانیسم فلاتر پارامترهای مختلفی نقش دارند که در زیر می بینید

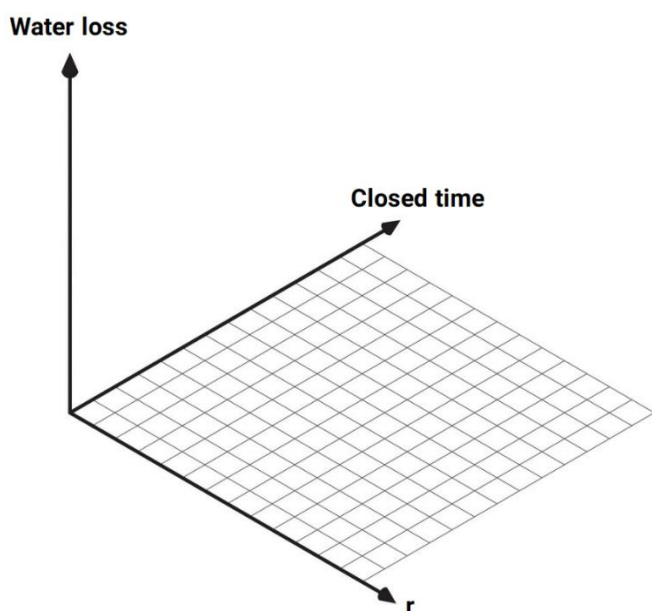
$$p = \frac{d_o}{d_o + d_c} \quad \text{and} \quad r = \frac{d_o + d_c}{d_o d_c}$$

$$f = f(p, r, L, D) = \left[ 1 + \frac{1-p}{p} \sqrt{\frac{D}{L^2 r}} \tanh \left( \sqrt{\frac{L^2 r}{D}} \right) \right]^{-1}$$

5- به نظر شما اگر دو حشره زیر "نسبت دریافت اکسیژن در حالت باز بودن کامل اسپیراکل ها به دریافت اکسیژن در طی فلاتر" و درصد باز بودن اسپیراکل ها در طی فلاتر یکسان باشد کدام یک از آن ها با فرکانس بیشتری اسپیراکل های خود را باز و بسته می کند؟ (1 نمره - پاسخ اشتباه 1 نمره منفی)

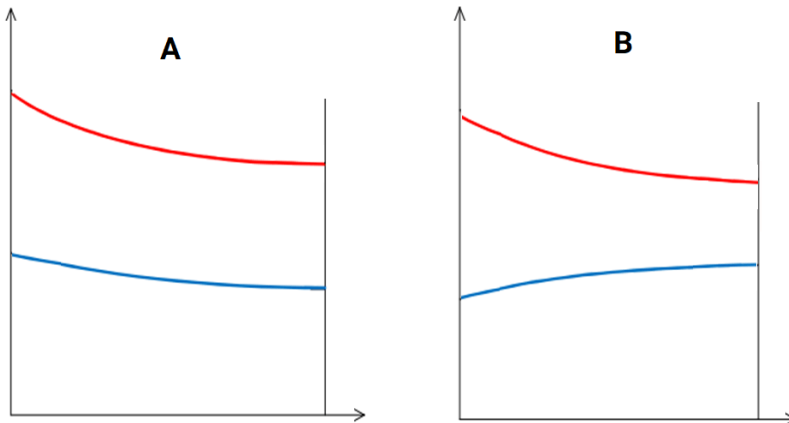


6- می دانیم که فلاتر به کاهش مصرف آب نیز منجر می شود. نموداری سه بعدی رسم کنید که میزان از دست دادن آب را بر حسب پارامتر  $r$  و میانگین مدت زمان بسته بودن اسپیراکل مشخص کند. (4,5 نمره - شش جوابی که به پاسخ سوال نزدیک تر باشند به ترتیب 100 - 80 - 60 - 50 - 40 - 20 درصد نمره سوال را دریافت خواهند کرد)





7- همان طور که می دانیم استفاده از جریان مختلف راه متداولی برای افزایش بازدهی تبادل می باشد. اگر بخواهیم میزان اشباع اکسیژن را در طول آبشش های یک ماهی ببینیم کدام نمودار نشان دهنده اشباع اکسیژن آب و عروق ریوی می باشد؟ (0.5 نمره - پاسخ اشتباه 0.5 نمره منفی)



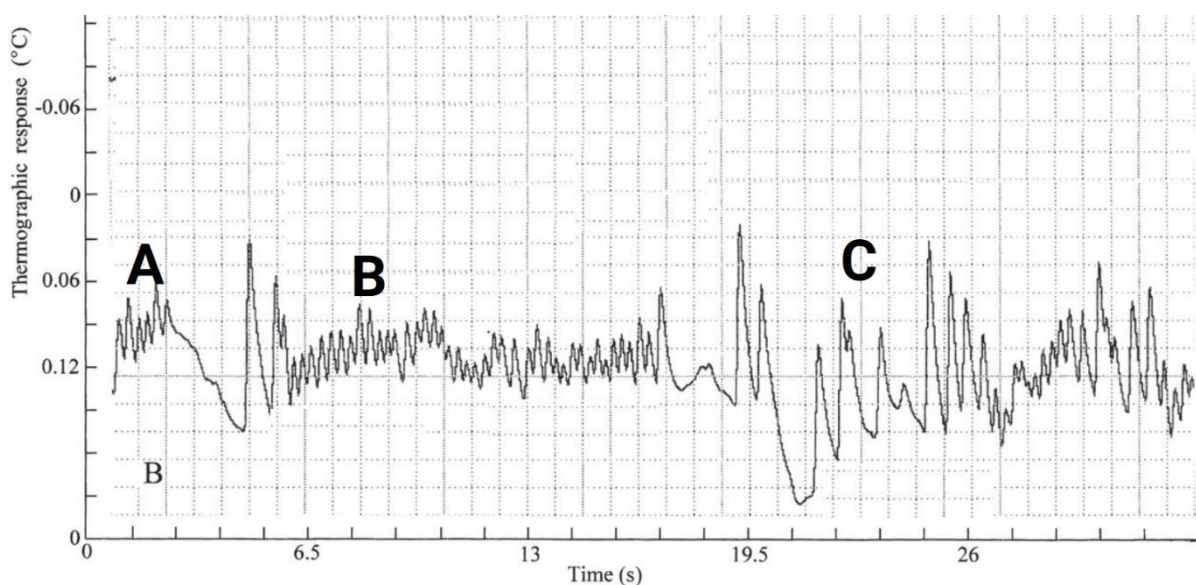
8- صحیح یا غلط بودن گزاره های زیر را مشخص کنید. (هر گزاره 0.6 نمره - پاسخ اشتباه به اندازه 0.6 نمره منفی)

- نسبت جرم قلب به حجم قلب در موجودات بزرگتر افزایش می یابد.
- موجوداتی که سیستم گردش خون بسته دارند سیستم لنفاوی نیاز پیدا می کنند.
- کروکودیل در هنگام شکار کردن شانت چپ به راست خود را افزایش می دهد.
- افزایش اندازه یک مهره دار نیاز به سیستم لنفاوی را افزایش می دهد.
- طبق قانون لاپلاس شریان ها بیشترین فشار سیستم گردش خون را تحمل می کنند.
- عروق کرونری کمتری در خزندگان نسبت به دوزیستان مشاهده می شود.

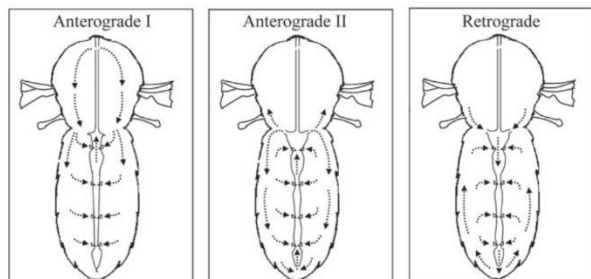


9- قسمت های مختلف دستگاه گردش خون کروکودیل ها را بر اساس اشباع اکسیژن از راست به چپ و از بیشتر به کمتر بنویسید  
(بطن راست - بستر مویرگی کبد - دهلیز چپ - بستر مویرگی مغز - ورید ریوی - آئورت چپ) (1 نمره - تنها به پاسخ کاملا درست نمره تعلق می گیرد)

10- بررسی سیستم گردش خون حشرات نشان می دهد که قلب آن ها به صورت دوره ای در قالب سه فاز آنتروگراد 1 - آنتروگراد 2 و رتروگراد فعالیت می کند که مسیر حرکت خون در این فازها در شکل زیر نشان داده شده است باتوجه به این مطالب مشخص کنید که در نمودار زیر هر کدام از موارد A, B, C مربوط به کدام یک از این فازها هستند؟ (1.5 نمره - تنها به پاسخ کاملا درست نمره تعلق میگیرد)



Heartbeat	Mechanism	Circulation	Conical chamber	Apertures
Anterograde I	Synchronic	Thoracic	Contracted	Closed
Anterograde II	Synchronic	Abdominal	Dilated	Open
Retrograde	Peristaltic	Abdominal	Dilated	Open

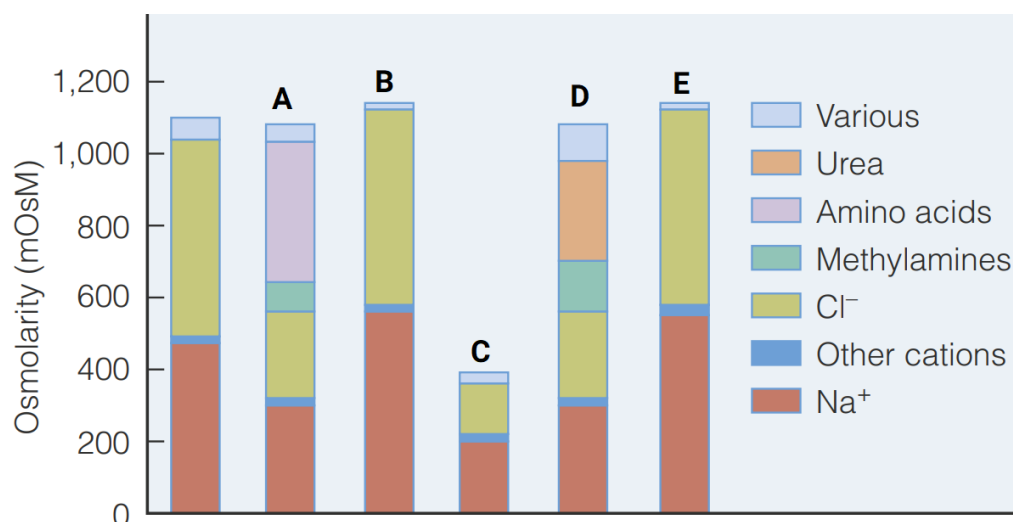


A:

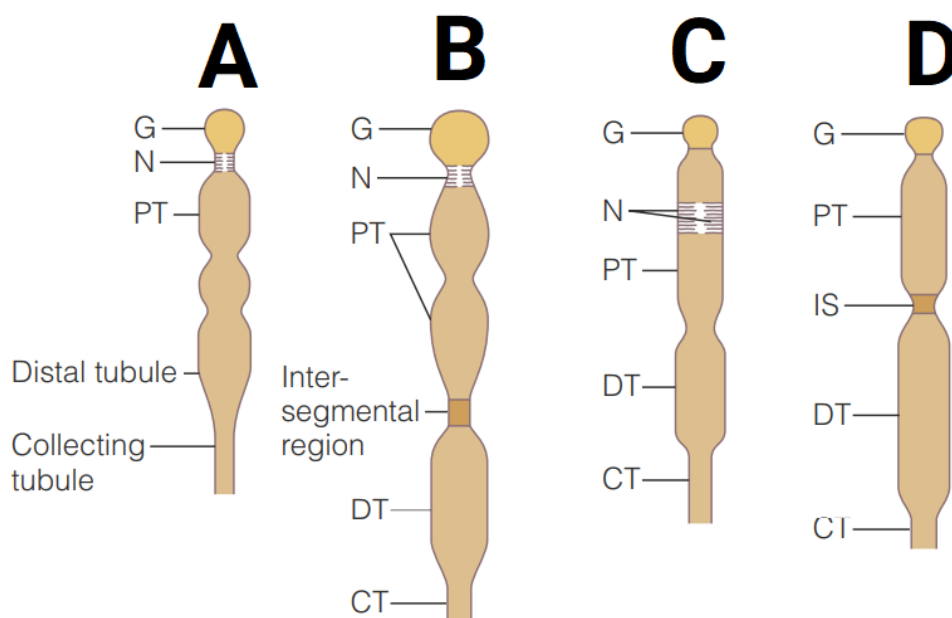
B:

C:

11- در نمودار زیر مشارکت متابولیت های مختلف در اسمولاریته خون چندین نوع موجود آبی را مشاهده می کنید. همچنین نمودار اول از سمت چپ متعلق به آب دریا می باشد. نوع تنظیم اسمولاریته و یون ها را برای هر کدام از موجودات A تا E مشخص کنید. (10 مورد و در مجموع 3.5 نمره - هر مورد اشتباه 0.35 نمره منفی)



12- طی تکامل سیستم های دفعی مهره داران سیر جالبی را طی کرده است و بسته به شرایط هر موجود نفرون های آن قسمت های مختلفی دارند. در شکل زیر مشخص کنید هر کدام از A تا D مربوط به کدام موجود می باشد؟ (کوسه - ماهی تن - ماهی قزل آلا - مارمولک) (2 نمره - تنها به پاسخ کاملا درست نمره تعلق می گیرد)



13- در نمودار زیر نسبت سطح به حجم را در سلول های اپی تلیالی نفرون انسان در طول قسمت های مختلف آن مشخص کنید. (3 نمره - شش جوابی که به پاسخ سوال نزدیک تر باشند به ترتیب 100 - 80 - 60 - 50 - 40 - 20 درصد نمره سوال را دریافت خواهند کرد)



14- صحیح یا غلط بودن گزاره های زیر را تعیین کنید. (هر گزاره 0.6 نمره - هر مورد اشتباه 0.6 نمره منفی)

الف) پروتئین های موجود در سلول نقطه انجماد آب را افزایش می دهند.

ب) موجوداتی که به خواب زمستانی می روند poikilotherm هستند.

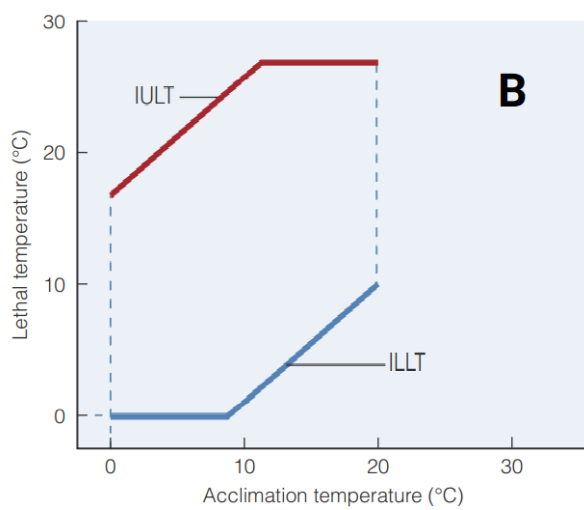
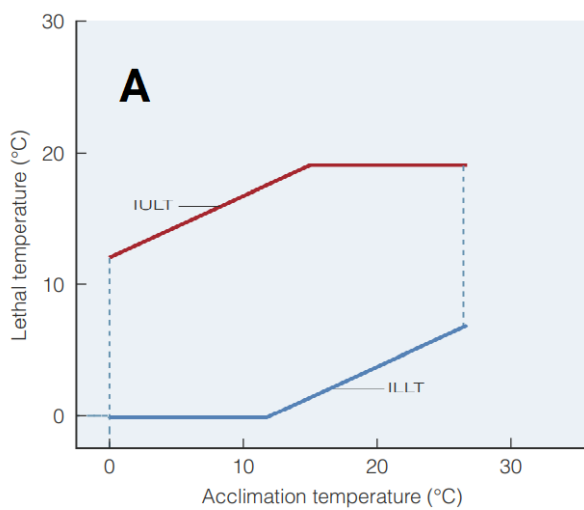
ج) جریان همرفتی متفاوت ترین حالت تبادل گرما بین موجودات خشکی زی و آبی است.

د) upper critical temperature دمایی است که بالاتر از آن باعث آسیب به موجود می شود.

ه) مبنای Eurythermal یا Stenothermal توانایی بقا و تولیدمثل بالقوه می باشد.

و) دمای pejus، دمایی است که بیشترین فاصله بین نرخ متابولیک استاندارد و ماکزیمم وجود دارد.

15- باتوجه به نمودار زیر مشخص کنید هر کدام از تصاویر A و B متعلق به موجودی poikilotherm است یا homeotherm؟  
(0.9 نمره - تنها به پاسخ کاملا درست نمره تعلق میگیرد)



**پرسش 1** آگناتان ها **Agnathans** از اولین مهره دار هایی هستند که تکامل یافته اند. از این مهره داران اولیه، امروزه لامپری ها و هگ فیش ها باقی مانده اند. اولین فسیل یافت شده از هگ فیش ها قدمتی در حدود 300 میلیون سال دارد که در ناحیه ی پنسیلوانیا پیدا شده است. در این مدت، این جانوران عمدتاً در ناحیه نزدیک به کف دریا ها و اقیانوس ها، یعنی در ناحیه دمرسال **demersal** زندگی می کردند، ناحیه ای که بلافاصله بالای ناحیه بنتیک **Benthic zone** قرار می گیرد.

این جانداران دارای یک قلب اصلی و سه قلب فرعی هستند. قلب اصلی **Systemic Heart**، خون را به آئورت و پس از آن به آبشش ها می فرستد. پس از عبور خون از آبشش ها، خون به بافت ها می رود. قلب های فرعی، شامل قلب **Portal**، قلب **cardinal** و قلب **Caudal** هستند.

قلب پورتال خون را پس از عبور از روده ها به سمت کبد پمپ می کند.

قلب کاردینال خون را از سر به ناحیه های پایین دست و نهایتاً قلب سیستمیک به گردش در می آورد.

قلب کائودال نیز خون خروجی از بافت های تنه و کلیه را به بخش های پایین دست ها می فرستد.

حال صحت گزاره های زیر را بررسی کنید. (5 نمره)

الف) انتظار می رود با توجه به تعدد قلب ها در این جانوران، فشار خون به طور میانگین بالا باشد.

ب) این گروه از مهره داران ابتدایی دارای برون ده قلبی پایینی هستند.

ج) در قلب این گروه از مهره داران، پتانسیل عمل های طویل تری از نظر زمانی دیده می شود.

د) در تست **SDH Assay**، میزان فعالیت آنزیم سوکسینات دهیدروژناز بررسی می شود. در بررسی **SDH** ماهیچه های قلبی این گروه از ماهی ها انتظار داریم که سطح فعالیت **SDH** بالا باشد.

ه) ماهیچه قلبی این ماهی ها برای ادامه حیات خود در شرایط هیپوکسیک سازگار شده اند.

و) این گروه از جانوران در طول تکامل کلان **Macroevolution** خود، نرخ تکامل پایینی داشته اند.

**پرسش 2** اگر ریه سمت راست [یا چپ] یک سگ که در حال تنفس معمولی هست، به صورت ناگهانی مسدود شود، بعد از حدود نیم ساعت، این ریه کلیس می کند و روی خود جمع می شود. با توجه به این مورد و اطلاعات جدول زیر، درستی یا نادرستی گزاره داده شده را مشخص کنید. همچنین فرض کنید که فشار گاز درون ریه مد نظر [مسدود شده] در طول کل این زمان ثابت مانده و برابر با 760 mmHg است. (راهنمایی: به علت و مکانیسم کلیس کردن فکر کنید)

در صورت پاسخ غلط به اندازه نمره سوال نمره منفی به پاسخ شما تعلق می گیرد. (2 نمره)

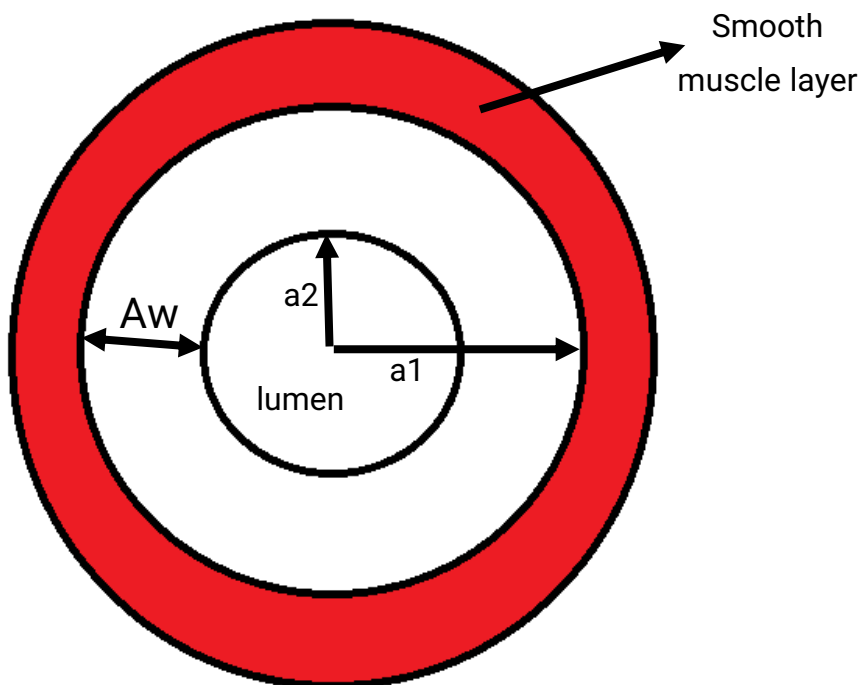
	Breathing Air	Breathing 100% Oxygen
--	---------------	-----------------------

Arterial	$P(O_2)=100-P(CO_2)=40$	$P(O_2)=660-P(CO_2)=40$
Venous	$P(O_2)=40-p(CO_2)=46$	$P(O_2)=90-P(CO_2)=46$

گزاره: در صورتی که سگ در هوای 100٪ اکسیژن تنفس کند، ریه مسدود شده ی آن زود تر کلیس می کند.

**پرسش 3** تحقیقات نشان داده است که ماهیچه های صاف مجاری تنفسی هنگام مواجه شدن با مواد منقبض کننده مجاری مثل هیستامین، به اندازه 30 درصد کوتاه تر می شوند (از طولشان کم می شود)

در بیماران مبتلا به آسم دیده شده است که این انقباض اثر به مراتب شدیدتری بر دینامیک هوای درون ریه می گذارد که به علت ضخیم شدگی دیواره ی مجاری است. برای بررسی این اثر این دو اتفاق، یعنی خود انقباض در وهله اول و آسم در وهله دوم، برش عرضی زیر را به عنوان یک مدل ساده از یک مجرای هوایی در نظر بگیرید. در این مدل لایه ماهیچه صاف دیواره درونی را که شامل Mucosa و Submucosa است، در بر گرفته است.



الف) نسبت شعاع داخل لومن، یعنی  $a_2$  را بعد و قبل از انقباض لایه عضلانی را به صورت پارامتری به دست آورید.

(4نمره)  $\frac{a_2 \text{ After}}{a_2 \text{ Before}}$  ) برای این سوال از پارامتر هایی که مطرح می کنیم باید استفاده کنید، درضمن، لزومی ندارد که از همه ی این

پارامتر ها استفاده کنید.  $a_1 - a_2 - A_w - m - A_{LUMEN} - \pi - n$  که  $m$  نشان دهنده ی  $\frac{a_1 \text{ after}}{a_1 \text{ before}}$  است و  $n$  نشان

دهنده میزان کوتاه شدگی عضلانی است، برای مثال در بالا بیان شد که 30 درصد کوتاه می شوند.

همچنین در نظر داشته باشید که در حین انقباض، میزان مساحت لایه ی درونی دیواره، معادل مساحتی برابر با  $A_w$  در شکب بالا، ثابت می ماند.

ب) یک مقدار طبیعی برای  $\frac{a1}{a2} = 1.05$  است. همین نسبت در افراد مبتلا به آسم به 1.10 و بالاتر می تواند برسد. در هر مورد،

یعنی طبیعی و آسم، مقدار کسر سوال قبل را به دست آورید. (میزان کوتاه شدگی را 30٪ در نظر بگیرید.) a2 Before (3 نمره)

ج) اگر این مجرا در ناحیه ای باشد که عدد رینولدز کمتر از 50 باشد، مقاومت مجاری هوایی یک فرد مبتلا به آسم در شرایط مواجهه با موادی مثل هیستامین چند برابر فرد نرمال در همین شرایط خواهد بود؟ (میزان کوتاه شدگی را 30 درصد در نظر بگیرید.) (3 نمره)

**پرسش 4** در زیست شناسی مدرن، رایج شده است که برای توضیح پدیده های زیستی و پیش بینی رفتار آن ها در صورت مواجهه با متغیر های خارجی، از مدل های محاسباتی استفاده شود، بدین صورت که هر کدام از فاکتور های تاثیرگذار در فرآیند مورد بررسی، به وسیله ی معادلاتی مشخص به هم مربوط می شوند و نتیجه ی به دست آمده آن است که این معادلات می توانند رفتار آن مدل زیستی را در مواجهه با تغییرات خارجی و داخلی پیش بینی کنند.

حال می خواهیم مدلی را بررسی کنیم که برای بررسی پاسخ استخوان ها به نیرو های وارده می پردازد. ممکن است تا به حال با اثر فشار سیالات به ظرف یا لوله ی محتوی آن مواجه شده باشید. در این مدل، نیروی ناشی از وزن ستون سیال را بر یک واحد مساحت تقسیم می کردیم، که نهایتا واحد فشار را به ما معرفی می کند.

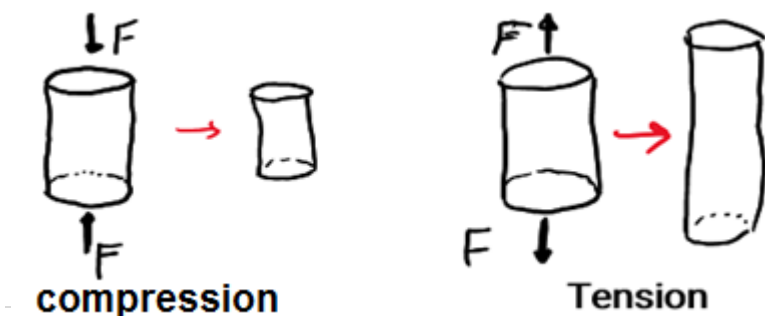
در فیزیک، یک تعریف کلی تر وجود دارد که مفهوم فشار به عنوان یک بخش خاص آن برای سیالات استفاده می شود. این کمیت تنش **Stress** نام دارد. از نظر دیمانسین، تنش همان دیمانسین فشار را دارد و برابر است با نیروی وارد بر یک سطح.

تفاوت عملکردی مهم این کمیت این است که می تواند نیرو های متنوع تری را پوشش دهد و همچنین می تواند پاسخ جسمی که به آن تنش وارد شده را تا حدی پیش بینی کند. این خصوصیت این کمیت را برای مدل کردن نیرو های وارد بر سطح جامدات مناسب می سازد. در فیزیک، تنش چنین تعریف می شود:

تنش نیروی وارد بر یک مساحت از یک ماده است، اثر تنش بر روی ماده بدین گونه است که می تواند شکل آن را تغییر دهد؛ این اثر کرنش **Strain** نامیده می شود.

با توجه به توضیحات داده شده می توان تنش را با معادله ی زیر بیان کرد:  $\sigma = \frac{F}{A}$  که در آن  $F$  نمایانگر نیرو با واحد N نیوتن،  $A$  نمایانگر مساحت با واحد مترمربع و  $\sigma$  نمایانگر تنش با واحد پاسکال است. اما برای بیان اثر کرنش **Strain** به صورت معادله، یک نکته را باید مدنظر بگیریم؛ نیروهای وارد شده می تواند در جهات مختلف باشد و این باعث می شود که شکل جسم تحت تاثیر نیرو به شیوه های مختلفی بتواند تغییر کند.

در این شرایط ابتدا بایستی نیرو ها را بررسی کنیم و پس از آن به بیان معادله کرنش **Strain** بپردازیم.





در اینجا ما نیروها را به صورت عمود بر سطح استوانه در نظر می گیریم. در این صورت نیروها می توانند به دو حالت بر استوانه مدنظر وارد شوند. یک حالت آن است که باعث فشرده شدن استوانه شوند و حالت دیگر آن است که باعث کشیده شدن استوانه شوند. در این دو حالت، اثر نیرو به عنوان کرنش **Strain** باعث تغییر طول هر دو استوانه می شود. اینجا می توان معادله ی کرنش **Strain** را به صورت زیر بیان کرد:

$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$  ، که در آن  $\Delta l$  نشان دهنده تغییر طول استوانه است و برابر است با طول ثانویه منهای طول اولیه، یعنی  $\Delta l = l_2 - l_1$  ، نیز نشان دهنده ی طول اولیه که مثل متغیر قبلی با واحد متر بیان می شود،  $\epsilon$  هم نشان دهنده ی کرنش **Strain** است که کمیتی بدون واحد است.

دو متغیر تنش **Stress** و کرنش **Strain** ، به وسیله ی مدول یانگ **Young's Modulus** به هم مرتبط می شوند:  $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$  که  $E$  مدول یانگ را نشان می هد و دیمانسیون مشابه با تنش، یعنی پاسکال **Pa** دارد. با توجه به توضیحات داده شده مسائل زیر را حل کنید.

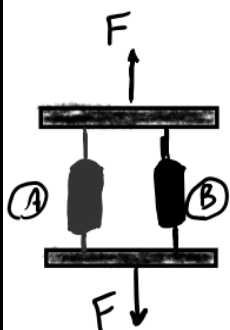
(در حل مسائل در نظر داشته باشید که تنش وارد شده به جسم مدنظر باعث گسسته شدن یا تغییر ویژگی های ذاتی جسم در پاسخ دادن به تنش، یعنی مقدار  $E$  آن نمی شود)

الف) یک فرد به جرم **75Kg** روی دو پای خود ایستاده است. سطح مقطع هر استخوان فمور **femur** (استخوان ران) آن **2** سانتی متر مربع است. همچنین طول هر استخوان فمور در حالت استراحت برابر با **60cm** است. مدول یانگ برای استخوان ران انسان برابر با **11GPa** است (هر گیگاپاسکال برابر با یک میلیارد پاسکال است). بر استخوان های این فرد فقط نیروی ناشی از وزن وی وارد می شود. وزن از رابطه ی  $W = mg$  به دست می آید که در آن  $m$  نشان دهنده ی جرم جسم با واحد کیلوگرم،  $g$  شتاب جاذبه با واحد متر بر مجذور ثانیه و مقدار **9.8** است،  $W$  نیز نشان دهنده ی وزن با واحد نیوتن است. میزان فشردگی استخوان های فمور این فرد را در حالت ایستاده بر روی دو پای خود محاسبه کنید و پاسخ را با واحد میکرومتر در پاسخ نامه وارد کنید. (2.5 نمره)

ب) اگر یک فرد به صورت ناگهانی وضعیت خود را از روی ایستادن رو دو پا به ایستادن بر روی یک پا تغییر دهد، تغییر طول استخوان فمور آن، یعنی  $\Delta l$  ، چند برابر می شود؟ (نسبت به حالت مقایسه بین ایستادن روی دو پا و طول درحال استراحت) (2.5 نمره)

ج) در زوایای حرکتی پستانداران عموماً دو زائده به موازات هم دیده می شوند. ساختار این دو استخوان دقیقاً مشابه هم نیستند و این می تواند باعث شود که از نظر  $E$ ، یعنی مدول یانگ، مقداری باهم متفاوت باشند. وقتی که به صورت هم راستا با این دو استخوان به آن ها نیرو وارد می شود، مثل وضعیتی که یک انسان با از میله بارفیکس به وسیله ی یک دست خود آویزان باشد، می توان تغییرات طول استخوان ها را با استفاده از مدل فیزیکی روبرو شبیه سازی کرد.

بدین صورت که دو استوانه به نمایندگی از استخوان ها به دو صفحه متصل شده اند که این صفحه ها با نیروی  $F$  کشیده می شوند. همچنین این دو صفحه همیشه نسبت به هم حالت موازی خواهند داشت و تغییر شکلی را از سوی



تنش نشان نمی دهند. دو استوانه به وسیله ی طناب هایی که ایده آل هستند ( یعنی نه جرم دارند و نه تغییر طول می دهند و نیرو را کاملاً منتقل می کنند ) به دو صفحه متصل شده اند. دقت کنید که دو استوانه از نظر جنس متفاوت هستند، یعنی دارای مقادیر متفاوتی برای  $E$  هستند اما در طول اولیه و مساحت سطح مقطع باهم برابر هستند.

فرض کنید که نیروی  $F=1000N$  ،  $EA = 2 * 10^7 Pa$  ،  $E_B = 5 \times 10^6 Pa$  ،  $A = 0.0002 m^2$  ،  $l_0 = 0.30 m$  است.  $\Delta l$  را در این حالت به دست آورید. ( راهنمایی: سعی کنید که مسئله را ابتدا به صورت پارامتری حل کنید و سپس از اعداد داده شده استفاده کنید، همچنین می توانید از یک مدل آنالوگ با این مدل که با آن آشنایی دارید استفاده کنید) (7 نمره)

• با توجه به متن زیر به پرسش های 5 و 6 پاسخ دهید.

بسیاری از اختلالات فیزیولوژیک، ریشه‌ای در ژنتیک و مکانیسم‌های مولکولی در سطح سلولی دارند. این باعث شده است تا پژوهشگران همواره به دنبال ژن‌هایی باشند که جهش‌هایی در آن‌ها با بیماری‌های خاصی ارتباط داشته باشد و اصطلاحاً دارا بودن جهش در آن ژن‌ها همبستگی مثبتی با بروز یک بیماری داشته باشد. اما این فقط یک سوی ماجرا است. در سمت دیگر، ما بایستی مکانیسم اثر این ژن‌ها و نحوه‌ی عملکرد آن‌ها در بروز بیماری را هم درک کنیم. برای این امر ۲ استراتژی عمده را در برمی‌گیریم:

یا یک ژن را به یک جانور مدل وارد می‌کنیم که در این صورت آن را *knock-in* می‌نامیم و یا یک ژن را از آن حذف می‌کنیم که در این صورت به آن *knock-out* می‌گوییم. از فایده‌های این آزمایشات این است که می‌توانیم عملکرد آن ژن [و یا عدم عملکرد آن] را در یک سیستم پیچیده ببینیم.

به مدل‌هایی که ژنی به آن‌ها وارد شده یا از آن‌ها حذف شده است، مدل‌های ترنسژنیک *Transgenic model* گفته می‌شود. همچنین به جاندارانی که حاوی ژن‌های موردنظر ما در سلول‌های زایشی خود است و می‌تواند آن‌ها را به نسل بعد انتقال دهد، جاندار ترنسژنیک *Transgenic organism* گفته می‌شود. گزینه‌های متنوعی برای انتخاب یک جانور مدل وجود دارد، مثل مگس سرکه، نماتود، *zebra fish*، موش و ... .

2 پارامتر برای پژوهشگران حین انتخاب جانور مدل اهمیت دارد. یکی اینکه کار با آن جانور مدل ساده باشد و دیگری اینکه نتایج به دست آمده از آن قابلیت تعمیم به انسان را داشته باشد. برای ایجاد یک جانور ترنسژنیک، ابتدا نیاز به یک وکتور داریم تا بتوانیم به وسیله‌ی آن ژن خود را به جانور موردنظر انتقال دهیم.

این وکتور بایستی حاوی ژن [های] موردنظر، پروموتور مناسب و یک *Reporter gene* جهت دنبال کردن فرآیندها باشد.

این وکتور حاوی ژن‌های مدنظر را می‌توان به طرق مختلفی به جانور وارد کرد که ما به ۳ شیوه‌ی آن می‌پردازیم.

### 1) DNA microinjection:

در این روش از یک پلازمید به عنوان وکتور استفاده می‌شود. این پلازمید به پیش هسته‌های سلول تخم در حال لقاح اضافه می‌شود و با مکانیسم نوترکیبی هومولوگ وارد ژنوم می‌شود.

پس از این، سلول تخم لقاح یافته در شرایط *in-vitro* پرورش داده می‌شود و پس از مقداری رشد و تشکیل جنین اولیه، به رحم یک ماده منتقل می‌شود تا ادامه‌ی حیات خود را در آنجا ادامه دهد و ژن مدنظر ما تقریباً به صورت رندوم وارد ژنوم می‌شود و این خود معایبی برای ما به همراه دارد، مثلاً در این متد میزان بقا سلول‌ها بسیار کم است و برای انجام موفق این کار به تعداد زیادی زیگوت نیاز داریم که هم هزینه به نسبت بالایی دارد و هم از نظر اخلاقی بهترین گزینه نیست.

## 2) Retro-virus mediated gene transfer

در این روش وکتور ما یک رتروویروس است. رتروویروس به همراه ژن‌های مدنظر، در مجاورت جنین 64-8 سلولی قرار می‌گیرد تا تعدادی از سلول‌های آن‌ها را آلوده کند. پس از آلوده کردن، ژن‌ها به وسیله‌ی عملکرد آنزیم رونوشت بردار معکوس *Reverse transcriptase* وارد ژنوم سلول‌های میزبان می‌شوند.

در مرحله‌ی بعد جنین تا مراحل پیش‌تری به صورت *In-vitro* رشد داده شده و پس از آن به رحم یک ماده برای ادامه رشد خود منتقل می‌شود. به دلیل اینکه نمی‌خواهیم خود ویروس با توانایی‌های عفونی تولید شود، یک *Helper virus* برای کمک به پروسه‌ی *Infection* ویروس خود درنظر می‌گیریم که این هزینه‌بر است و از معایب این متد است.

## 3) Embryonic stem cell mediated gene transfer

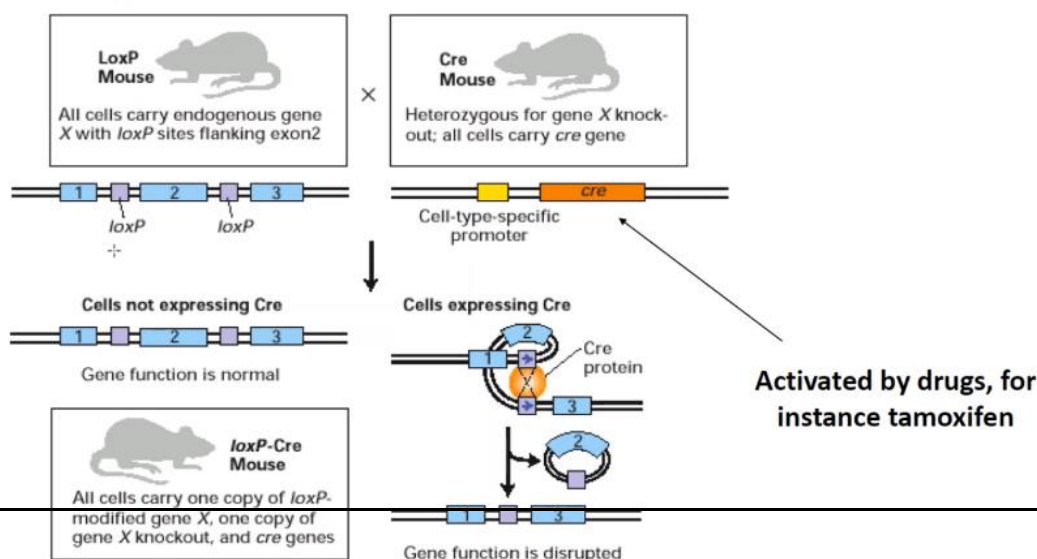
در این متد، سلول‌های جنینی پلوری پوتنت از جنین برداشته می‌شوند و در محیط کشت با پلازمیدی حاوی ژن مدنظر مواجه می‌شوند. پس از آن این سلول‌ها به *Inner cell mass* جنین تزریق می‌شوند و همراه با آن‌ها تکوین جنین را به صورت *In-vitro* پیش می‌برند. پس از مدتی، جنین به رحم یک ماده منتقل می‌شود و حیات خود را آنجا ادامه می‌دهد.

تا به اینجا نحوه‌ی الحاق یک ژن به یک جانور را بررسی کردیم، حالا نحوه‌ی حذف یک ژن از یک جانور را بررسی می‌کنیم که باعث تولید جانوران *knock-out* می‌شود.

به طور کلی، 2 نوع *ko* داریم: یکی *Constitutive* و دیگری *Conditional*.

در *ko* های *Constitutive*، جانور از ابتدای زندگی خود فاقد ژن مدنظر است. از این نوع *ko* ها، می‌توان به مگس‌های کریستین ولهارد و اریک ویشهاس اشاره کرد، که در آن‌ها یک یا چند ژن به وسیله‌ی جهش‌زایی تخریب شده بود. آن‌ها با این روش توانستند ژن‌هایی که به تکوین بندها مرتبط هستند را شناسایی کنند.

گروه دیگر  
*ko* ها شامل  
جانوران  
*Condition*  
*al* هستند.  
این جانوران  
دارای ژن  
موردنظر



هستند ولی در زمان و مکان دلخواه ما، می‌توان ژن مدنظر خود را در آن‌ها از کار انداخت و آن‌ها را *ko* کرد. مکانیسم عمل آن در شکل زیر نشان داده شده است.

#### پرسش 5 صحت گزاره های زیر را تعیین کنید. (4 نمره)

الف) انتخاب پروموتری مشابه با پروموتر فسفوفروکتوکیناز برای بررسی تاثیر یک ژن در عملکرد و تکوین دستگاه عصبی مناسب است، زیرا همیشه آنجا بیان می‌شود.

ب) انتخاب پروموتری مشابه با ژن حاوی انسولین برای بررسی اثر یک ژن در تکوین و عملکرد سیستم ریوی مناسب است.

ج) موشی که پذیرنده جنین رشد یافته در شرایط *In-vitro* است، می‌تواند در هر مرحله از چرخه قانده گی باشد.

د) در متد *DNA Microinjection* یک سلول ژن مد نظر را دریافت کند، کل جاندار حاوی آن ژن خواهد بود.

ه) میزان بقای جنین در متد *Retro-virus mediated gene transfer* نسبت به متد *DNA Microinjection* بیشتر است.

#### پرسش 6 صحت گزاره های زیر را تعیین کنید. (5 نمره)

الف) جنین های دریافت کننده ژن در متد *Embryonic stem cell mediated gene transfer* مدل های مناسبی برای بررسی اثر یک ژن بر تکوین یک اندام خواهد بود.

ب) از معایب روش *Retro-virus mediated gene transfer* می توان به محدودیت میزان اطلاعات منتقل شده اشاره کرد.

ج) در همه متد های ذکر شده ژن مد نظر در فرم *DNA* به سلول گیرنده معرفی می شود.

د) کلید حذف ژن مورد نظر به صورت ویژه در یک بافت، انتخاب پروموتور مناسب برای ژن *Cre* است.

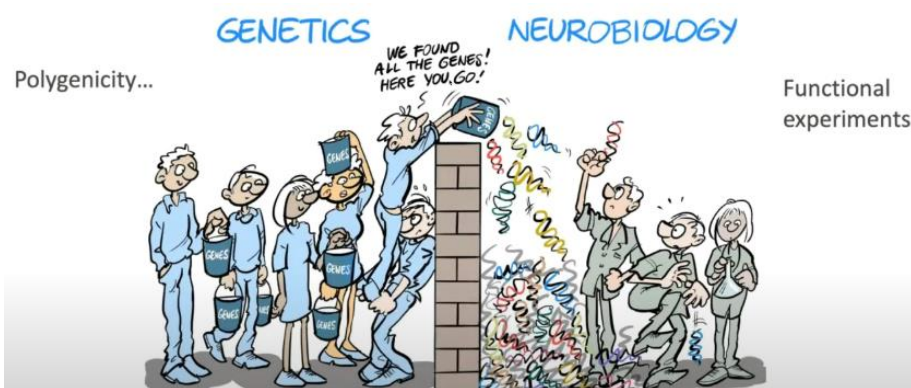
ه) برای مدل کردن پانکراس فردی که به دیابت نوع یک مبتلا است، مدل *Conditional* بهتر از مدل *Constitutive* است.

و) با متد ذکر شده می توان جانوران *knock-in* را هم به صورت *Conditional* به وجود آورد.

**پرسش 7** با پیشرفت علم پزشکی و زیست شناسی، امروزه روش های متعددی برای درمان بیماری هایی که به وسیله ی عوامل خارجی ایجاد می شود وجود دارد و تبدیل به شاخه ای شده است که علم آن تا حد خوبی شناخته شده است و تقریباً در حال صنعتی کردن محصولات خود برای تسهیل زندگی بشر و درمان این قبیل بیماری هاست.

با این حال، بیماری هایی که منشا داخلی دارند و حاصل برهمکنش اجزای درون سیستم زنده به روشی نامناسب هستند، هنوز به اندازه کافی شناخته شده نیستند. از این دست بیماری ها می توان به سرطان و اختلالات اوتیسم *Autistic Spectrum Disorders (ASD)* اشاره کرد.

در پژوهش های ژنتیکی انجام شده، روزانه تعدادی ژن جدید مرتبط با چنین بیماری هایی پیدا می شوند، اما پریشی که بدون پاسخ باقی می ماند نحوه ی عمل این ژن هاست.



برای شناخت بهتر این بیماری ها نیاز داریم که علاوه بر ویژگی های ظاهری و ساختاری این ژن ها و محصولاتشان، نحوه ی عملکردشان را هم در یک سیستم زنده بررسی کنیم، یک تغییر ساختار منفرد در یک ژن می تواند به شیوه های مختلفی عملکرد محصول آن را در برهمکنش با دیگر پروتئین ها تحت تاثیر قرار دهد.

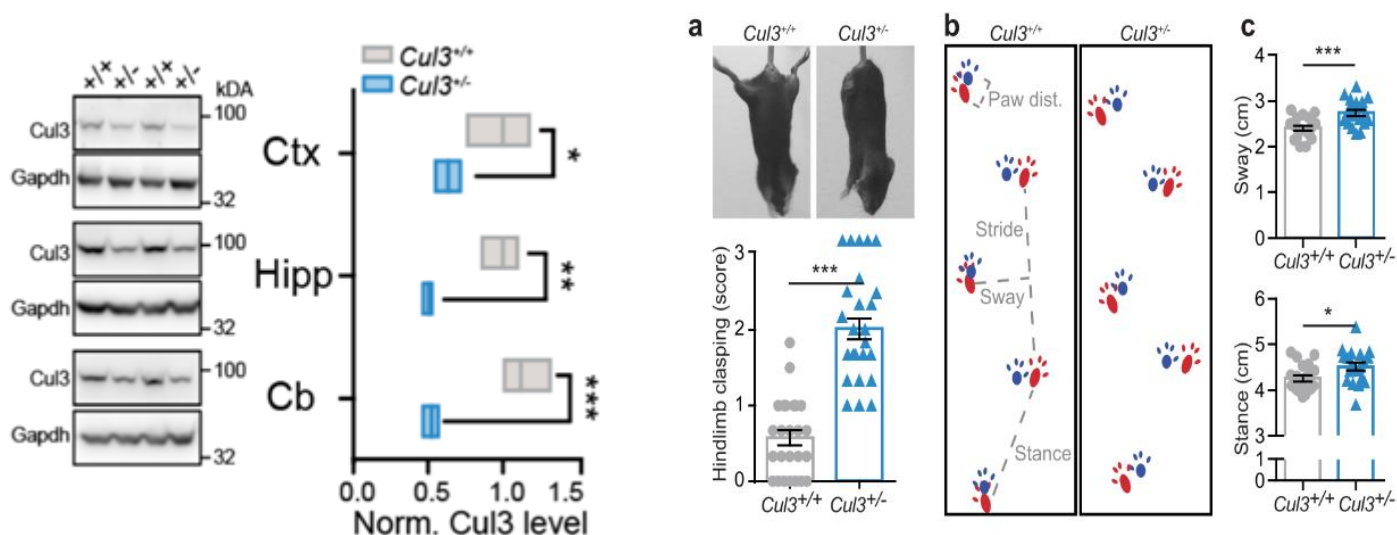
در پژوهشی یکی از ژن های مرتبط با *ASD* مورد مطالعه قرار گرفت. این ژن *CULLIN3* نام دارد و پروتئینی تولید می کند که در فرایند هدف گیری پروتئین های دیگر برای تگ گذاری یوبی کوئیتین نقش دارد.

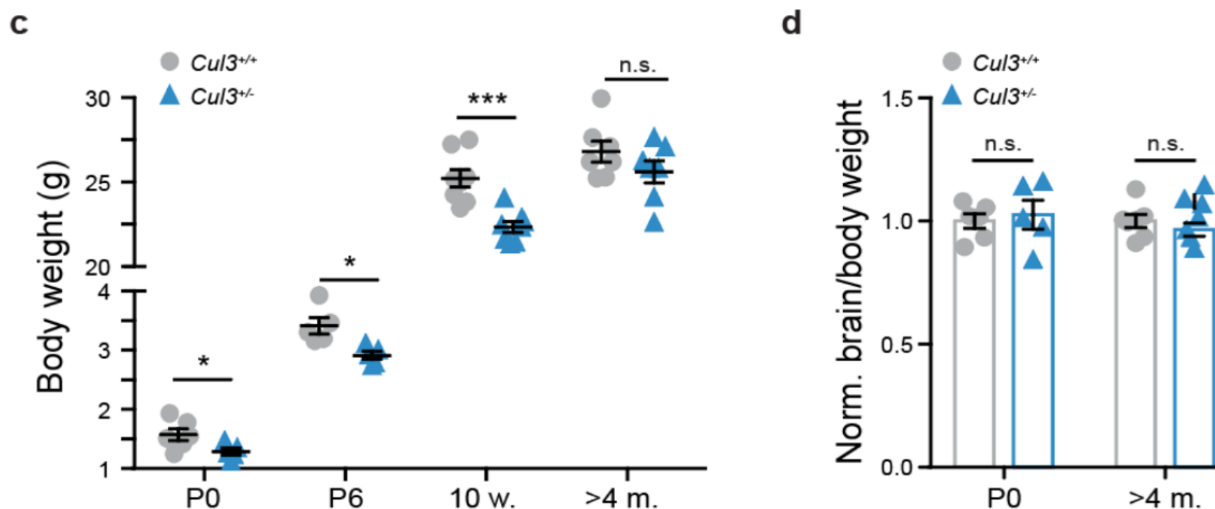
در یک تیپ از *ASD* ها جهش های بی معنی و بدمعنی فراوانی در این ژن دیده می شود و این انگیزه پژوهشگران برای مطالعه این ژن در موش ها شد.

با توجه به اینکه موش و انسان گونه های متفاوتی هستند، باید مدنظر داشت که موش هایی که در این ژن ها جهش دارند، موش هایی مبتلا به اوتیسم نیستند و هدف پژوهشگران بررسی اوتیسم در موش ها نیست، بلکه هدف آن ها از این پژوهش بررسی سازمانی ژنی است که در انسان ها به *ASD* منتج می شود. به همین دلیل، در فاز یک این پژوهش، موش ها از جنبه ی رفتاری و ظاهری مورد بررسی قرار گرفتند تا دیده شود که تا چه حد اثر این ژن می تواند در انسان و موش شبیه باشد.

در این از مدل های *Constitutive* استفاده شده که هتروزیگوت می باشند. در یکی از سنجش ها میزان غلظت پروتئین *Cullin3* در نواحی مختلف مغز آن ها اندازه گیری شده است.

در سنجشی دیگر نحوه ی راه رفتن آن ها مورد بررسی قرار گرفته است.





پس از اندازه گیری های اولیه، چند آزمایش روی این موش ها انجام شد:

یکی بررسی حرکت آن ها روی *RotaRod*، یکی حرکت آن ها در فضای نسبتا باز، یکی حرکت آن ها در ماز برای بررسی میزان استرس، یکی بررسی *Social Novelty* و یکی بررسی واکنش موش ها به بو های متنوع.

در بررسی حرکت موش ها روی *RotaRod* موش ها روی میله ای چرخان باید تعادل خود را حفظ کنند تا زمانی که بیافتند، پس از آن دوباره از سوی پژوهشگر روی میله قرار داده می شوند.

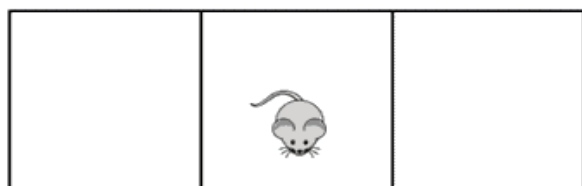
در آزمایش *Social Novelty*، موش ها در یک محفظه سه بخشی قرار می گیرند که به هم راه دارند. در یک فاز موش به تنهایی در این محفظه قرار می گیرد، در فاز دوم در یکی از بخش ها یک موش زندانی می شود و در بخش دیگر یک جسم قرار داده می شود و موش مورد آزمایش می تواند به نزد آن موش برود و یا نرود، حرکت آن در این مدت ثبت می شود. در فاز بعدی موشی دیگر در بخش دیگر محفظه زندانی می شود، دقت کنید که اولین موش زندانی شده در این آزمایش دوباره استفاده می شود، یعنی اینکه موش مورد آزمایش با دو انتخاب موش قدیمی و موش جدید مواجه است.

به دو شکل زیر جهت آشنایی بیشتر می توانید مراجعه کنید.

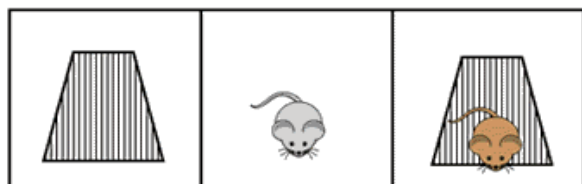
در آزمایش بررسی بو، موش ها را در مقابل بو های اشیا و بو های یک موش دیگر قرار دادند تا ببینند چگونه بین این دو بو تمایز قائل می شوند.

در آزمایش ماز نیز حرکت موش ها درون یک ماز برای بررسی اثر استرس روی میزان حرکت آن ها و الگو های حرکتی آن ها مورد استفاده قرار گرفت.

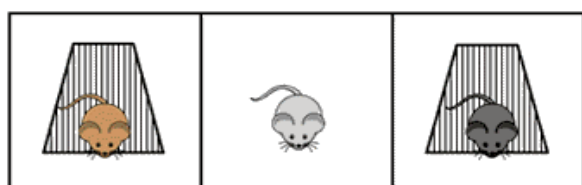




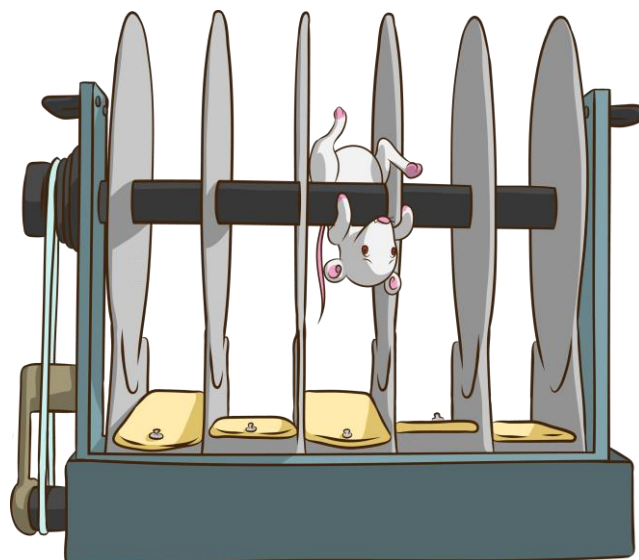
Habituation: Empty Apparatus

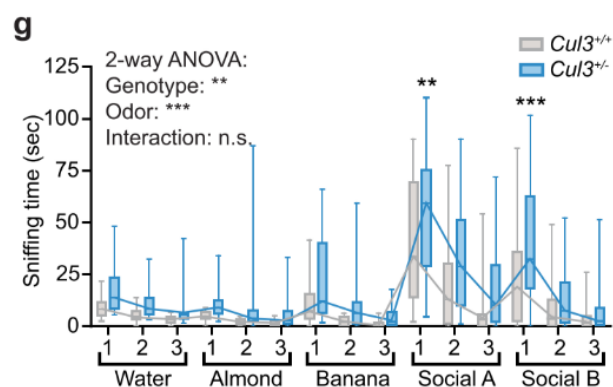
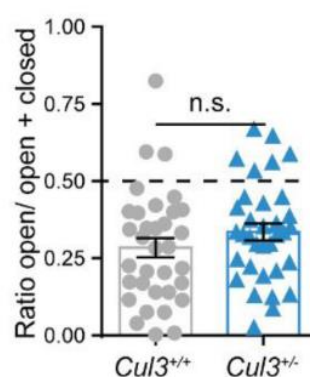
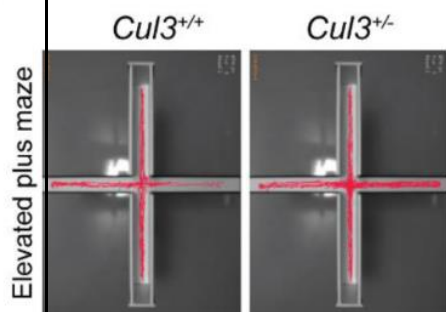
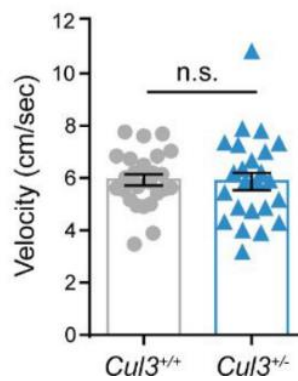
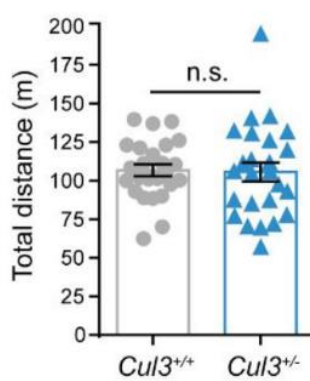
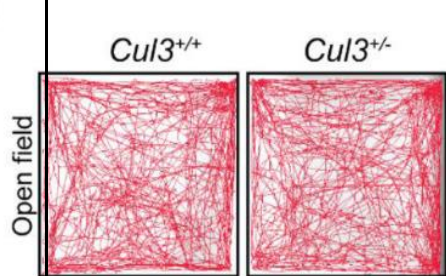
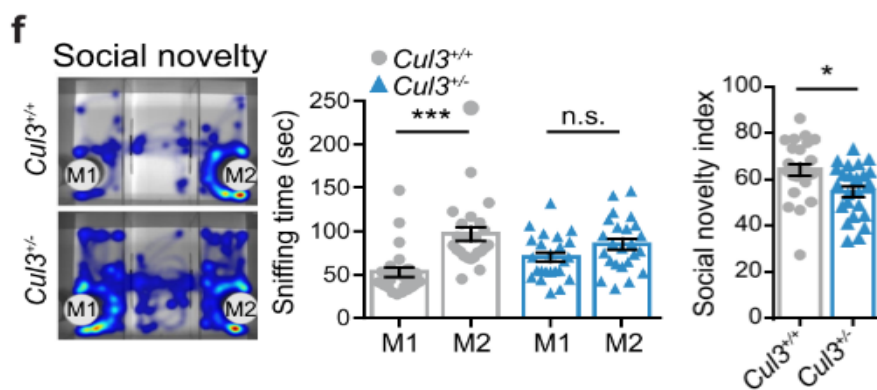
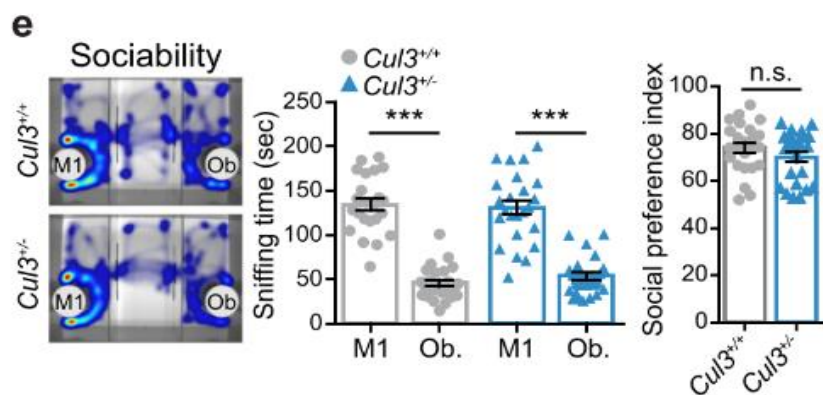
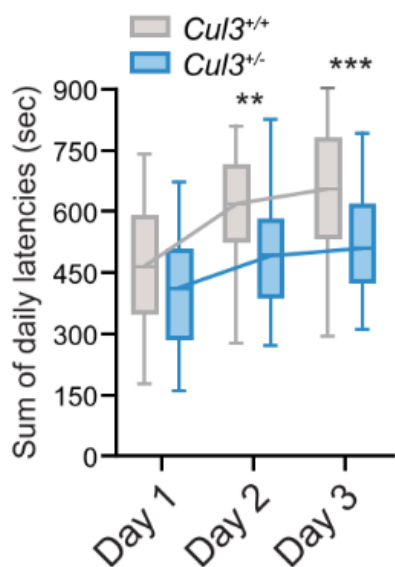


Sociability: Novel Object; Mouse 1



Social Novelty: Mouse 1; Mouse 2





با توجه به اطلاعات فوق صحت گزاره های زیر را تعیین کنید. (4 نمره)

الف) نسبت ژن های وحشی و جهش یافته با تخمین خوبی می تواند مثالی از غالبیت ناقص باشد.

ب) مشکل ایجاد شده ناشی از کمبود بافت مغزی در این موش ها است.

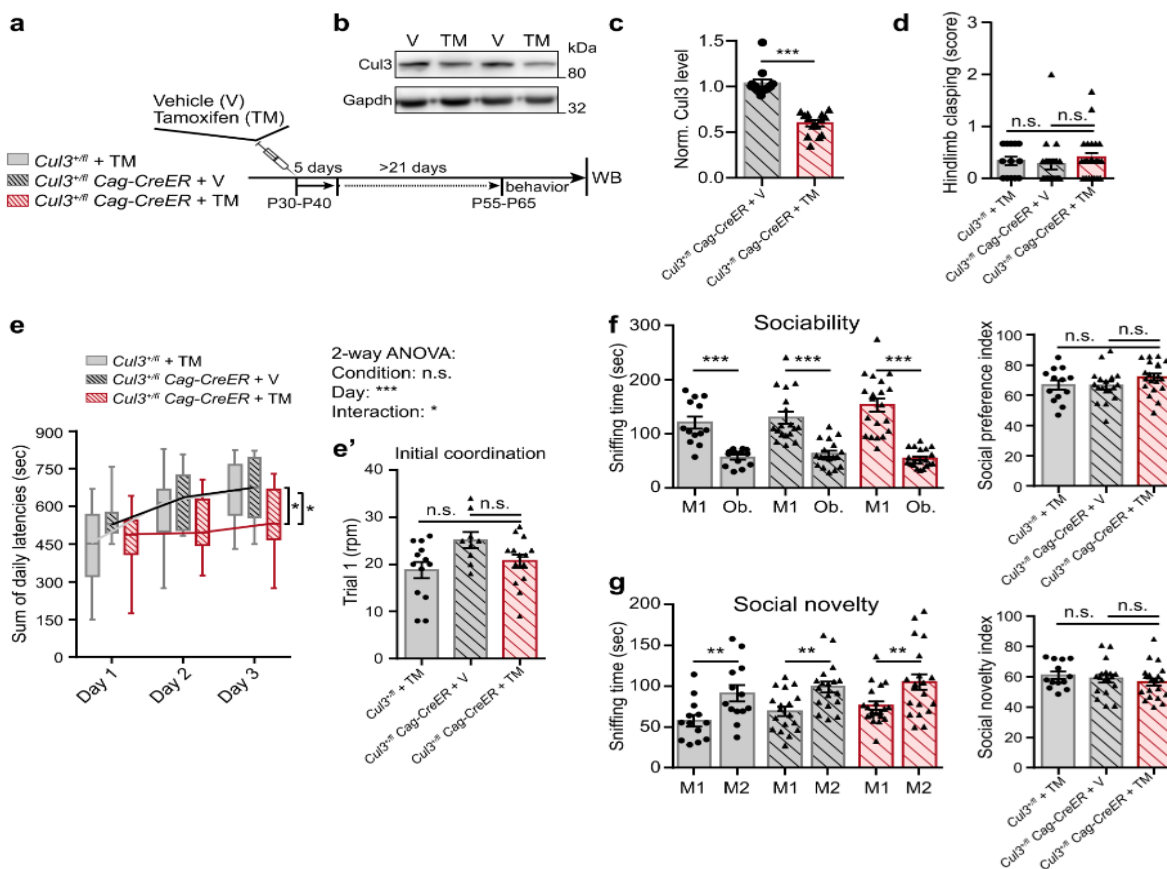
ج) این جهش می تواند عملکرد مخچه را تحت تاثیر قرار داده باشد.

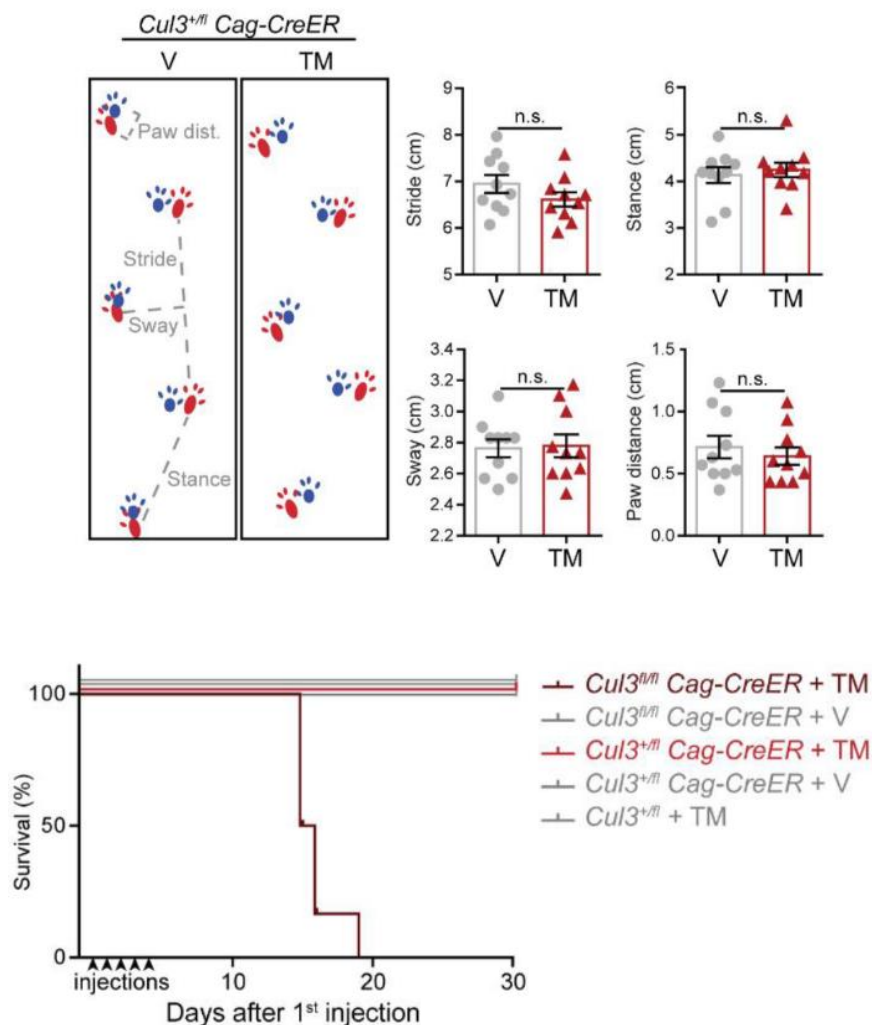
د) علت عدم پیشرفت موش های هتروزیگوت در تست *RotaRod*، عدم توانمندی سیستم حرکتی آن هاست.

ه) در تست *Social Novelty*، موش های جهش یافته تمایزی بین موش آشنا و موش جدید قائل نمی شوند، زیرا توانایی تمایز این دو را از هم ندارند، که نشان دهنده اختلال در سیستم شناختی آن هاست.

**پرسش 8** در مرحله بعد این پژوهش، محققان آزمایش های قبلی را روی مدل های موش ها *Conditional* انجام دادند. نتایج این آزمایش ها را در شکل های زیر می توانید مشاهده کنید. در این موش ها، برای فعال شده پروتئین *Cre* بایستی *Tomaxifen(TM)* به موش ها تزریق شود.

در گروه دیگری از موش ها *Vehicle(V)* به موش ها تزریق می شود که تاثیری در سیستم مدل ما ندارد. این تزریق ها به موش های بالغ انجام شده است.





با توجه به اطلاعات فوق صحت گزاره های زیر را تعیین کنید. (4 نمره)

الف) پروتئین *CULLIN3* برای بقا افراد ضروری است.

ب) نتایج نشان می دهند که حذف ژن *CULLIN3* تاثیری در توانایی ها و مهارت های شناختی موش بالغ نمی گذارد.

ج) پروتئین *CULLIN3* پروتئینی ضروری برای یادگیری حرکتی است و در مکانیسم آن به طور مستقیم نقش ایفا می کند.

د) موش ها همچنان دارای مهارت های حرکتی ناقص هستند.

ه) اگر توماکسیفن در دوره های جنینی به موش ها تزریق شوند، نتیجه آزمایش های این فاز فرقی نخواهند کرد.

**پرسش 9** صحت گزاره های داده شده را تعیین کنید. (5 نمره)

الف) با توجه به اینکه فشار اسمزی کلئیدی در پلاسما و مایع میان بافتی برابر است، غلظت یون ها هم باید میان آن ها دقیقا برابر باشد.

ب) در میزان برابر، انقباض یک رگ بیشتر از انبساط آن روی مقاومت آن رگ تاثیر می گذارد.

ج) در سیاهرگ های انسان، سرعت حرکت خون کمتر از سرخرگ هاست. این به علت فشار کمتر خون در سیاهرگ ها نسبت به سرخرگ ها است.

د) فشار خون توانایی تعیین سرعت حرکت خون را دارد.

ه) با افزایش هماتوکریت خون، شدت صدا های قلبی افزایش می یابد.

و) از نظر عملکردی، سمت راست قلب انسان دیرینه ی تکاملی بیشتری دارد.

ز) از نظر ساختاری، سمت راست قلب انسان دیرینه ی تکاملی بیشتری دارد.

**پرسش 10** در طی تکامل پستانداران، هسته ی گلبول های قرمز تحلیل رفته و در حالت بالغ این سلول ها دیگر چنین هسته ای مشاهده نمی شود. عدم هسته در پستانداران به RBC های آن ها این امکان را داده است تا بتوانند شکلی مقعرالطرفین به خود بگیرند و در مویرگ ها تا شوند. (4 نمره)

در این رابطه به درستی یا نادرستی گزاره های زیر را مشخص کنید.

الف) انتظار داریم که mRNA ها در گلبول های قرمز پستانداران عمر بیشتری داشته باشند.

ب) شکل مقعرالطرفین نسبت به شکل کروی و بیضوی تبادل گاز ها را با کارایی بیشتری انجام می دهد.

ج) با توجه به اینکه گلبول های قرمز پستانداران می توانند بیشتر و بهتر تا شوند، می توان انتظار داشت که در پستانداران مویرگ ها قطر کمتری داشته باشند.

د) اگر معیاری را تعریف کنیم با نام  $D_{50}$  که نشان دهنده مسافتی است که نصف میزان تبادل گازی که امکان پذیر است انجام شده، این پارامتر در مویرگ های کوچک تر بزرگ تر است.

ه) میزان بالای  $D_{50}$  می تواند توانایی پاسخ دادن به ایسکمی بافتی را کاهش دهد.

**پرسش 11** در راستای پرسش بالا درستی یا نادرستی گزاره های زیر را مشخص کنید. (5 نمره)

الف) سلول های سرطانی در محیط هایی که  $D50$  در آن ها کمتر است بهتر و سریع تر رشد می کنند.

ب) انتظار داریم که در پستانداران تعداد مویرگ ها نسبت به کیلوگرم بافت بیشتر از خزندگان باشد.

ج) برای داشتن مویرگ هایی با قطر کمتر، تکامل سیستم گردش خون پرفشار تر الزامی بوده است.

د) تعداد بالاتر مویرگ در هر کیلوگرم بافت توانایی تنظیم گردش مواد در آن ناحیه را افزایش می دهد.

ه) گلبول های قرمز پستانداران نسبت به دیگر مهره داران در عملکرد خود اختصاصی تر شده اند.